

## 耐酸性コンクリートのミニシールドセグメントへの適用

(株)クボタ建設	正会員	原田 昌弘	テイヒュー(株)	正会員	杉山 武
(株)クボタ建設	正会員	成島 照和	テイヒュー(株)		田中 勇
(株)クボタ建設		宮川 恒夫	テイヒュー(株)		新田 智博

## 1. はじめに

近年、下水道施設では、硫黄酸化細菌の作用による硫酸の生成によりコンクリート管渠が腐食劣化する例が数多く報告されている。また、下水道施設のライフサイクルコスト低減の観点からも、耐腐食性に優れ耐用年数の長い下水道管渠が望まれている。以上のことから、ミニシールド工法用鉄筋コンクリートセグメント（以下、ミニシールドセグメント）においても、状況に応じて適切な腐食対策を実施することが必要となってきた。

そこで筆者らは、耐酸性に優れかつコンクリートと同等な強度性能を発揮する耐酸性コンクリート（商品名エコノベル、以下エコノベル）を、普通コンクリートに変わる材料としてミニシールドセグメントへ適用することを試みた。併せて、塩害対策として多く使用されているエポキシ樹脂塗装鉄筋（以下、EP 鉄筋）についても、ミニシールドセグメントへ適用することを試みた。

本報告は、エコノベル、EP 鉄筋を使用したミニシールドセグメントの性能を把握するために行った、推力試験、曲げ試験の結果についてまとめたものである。

## 2. 試験概要

## 2.1 使用材料

試験は、日本下水道協会規格 JSWAS A-7 で定める呼び径 1000mm・2 種相当の配筋のセグメントについて行い、使用した材料は表-1 の通りとした。

表 - 1 使用材料

コンクリート	鉄筋	製造
普通コンクリート	普通鉄筋 (主筋 9mm - 10 本複鉄筋, SR235)	セグメント型枠による振動締固め 養生：蒸気養生 脱型：1 日 試験材齢：14 日
エコノベル	EP 鉄筋 ( の鉄筋カゴを塗膜厚 200 $\mu$ m で エポキシ樹脂を静電粉体塗装)	

## 2.2 方法

試験は、2 種類のコンクリートと鉄筋を組み合わせた 4 種類のセグメントを製作して、JSWAS A-7 に準じて推力試験 (n=1)、単体曲げ試験 (n=3) を行った。また、セグメント打設時に普通コンクリート、エコノベルの円柱供試体を採取し、材齢 1、14、28 日で圧縮強度試験を、材齢 14 日で静弾性試験をそれぞれ行った。供試体の養生は、普通コンクリート 28 日材齢のみ標準養生とし、他は製品と同等とした。

## 3. 試験結果

## 3.1 圧縮強度試験・静弾性試験結果

圧縮強度試験及び静弾性試験結果を表 - 2 に示す。

この試験結果から、エコノベルは、材齢 1 日で 14 日の 85% の強度発現があることが分かった。また、14 日圧縮強度はエコノベルの方が普通コンクリートより大きかった。

また、普通コンクリートの静弾性係数が  $29.4 \times 10^6 \text{kN/m}^2$

表 - 2 圧縮強度試験・静弾性試験結果

コンクリート	材齢 (日)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	静弾性係数 ( $\times 10^6 \text{kN/m}^2$ )
エコノベル	1	60.2	-
	14	70.5	21.8
普通	1	36.8	-
	14	60.2	29.4
	28	76.2	-

キーワード コンクリート腐食、ミニシールドセグメント、耐酸性コンクリート、エポキシ樹脂塗装鉄筋

連絡先 〒104-0044 東京都中央区明石町 6-22 (株)クボタ建設 工事本部 技術部 TEL 03-3547-9154

であったのに対して、エコノベルは  $21.8 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$  で普通コンクリートの74%の値であった。

### 3.2 セグメント推力試験結果

図-1に、荷重とセグメント中央部ひずみの関係を示す。いずれのセグメントも規格荷重（442kN）で割れ欠け等の異常は発生しなかった。また荷重とひずみの関係は、図-1に示す通りいずれも線形的であり、弾性範囲内にあることが確認された。

### 3.3 セグメント単体曲げ試験結果

曲げ試験は図-2の様に两点可動支点の2点載荷で行った。曲げ試験結果を表-3に示す。なお表中の理論値は、JSWAS A-7で規定する設計基準強度  $f_{ck}=45\text{N/mm}^2$  の普通コンクリートを想定し、終局限界状態設計法を用いて算出した。この結果を見ると、いずれのセグメントの破壊荷重も理論値を上回っていた。また、エコノベルの破壊荷重は普通コンクリートを上回り、普通コンクリートで確認されたEP鉄筋での若干の強度低下も認められなかった。

次に、曲げ試験での荷重とセグメント中央部鉛直変位（ $v$ ）の関係を図-3に示す。図中に示した計算値は、本試験で得られた静弾性係数を用いて平面骨組み解析により計算した値である。この結果を見ると、エコノベル、普通コンクリート共に実測値とよく一致していた。

### 4.まとめ

今回の試験から以下の事が分かった。

セグメント推力試験の結果、規格荷重でいずれのセグメントも異常はなかった。

単体曲げ試験の結果、いずれのセグメントの破壊荷重も、終局限界状態設計法で計算される理論値を満足した。また、EP鉄筋を使用した場合、普通コンクリートでは若干の強度低下が見られた。これは、塗装による付着力の低下が原因の一つとしてあげられる。一方、エコノベルではこの現象は見られなかった。

曲げ試験で発生した中央部鉛直変位量は、本試験で得られた静弾性係数を使用して行った計算値とほぼ一致した。

以上のことから、エコノベル、EP鉄筋を使用したセグメントは、従来のミニシールドセグメントと同等以上の性能であることがわかった。特に、エポキシ樹脂を塗装した丸鋼では付着力の低下が懸念されるが、本試験の結果では、普通コンクリートで若干の強度低下が見られたが、理論値を下回るものではなかった。このことから、丸鋼によるEP鉄筋のセグメントへの適用は十分可能であると考えられる。また曲げ試験で得られた結果は計算値とよく一致したことから、設計でも従来の方法を用いることが可能であると考えられた。

### 参考文献

- ・下水溶融スラグを用いた耐酸性コンクリートの諸物性，コンクリート工学年次論文集，Vol.22 No.2 pp1249-1254(2000)
- ・エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針（案），コンクリートライブラリー第58号（1986）

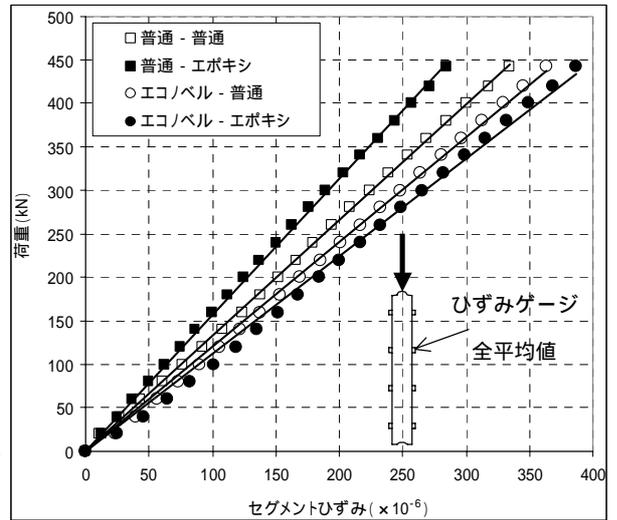


図-1 推力試験でのひずみと荷重の関係

表-3 単体曲げ試験結果

コンクリート	鉄筋	破壊荷重 (kN)	理論値 (kN)
エコノベル	普通	68.0	54.1
	EP	68.0	
普通	普通	64.2	
	EP	61.4	

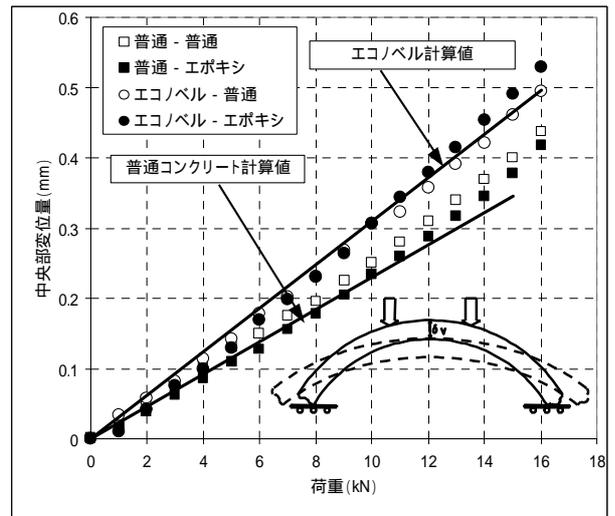


図-2 曲げ試験での荷重と変位の関係